

海産底生珪藻の形態と分類 (5), チクビレツケイソウ属 (チクビレツケイソウ科, チクビレツケイソウ目) (第 1 部)

小澤拓也^a, 鈴木秀和^{a,*}, 南雲 保^b, 田中次郎^a

^a 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科 108-8477 東京都港区港南 4-5-7

^b 日本歯科大学生命歯学部 102-8159 東京都千代田区富士見 1-9-20

Morphology and Taxonomy of Marine Benthic Diatoms (5), *Mastogloia* (*Mastogloiaceae*, *Mastogloiales*) (Part 1)

Takuya OZAWA^a, Hidekazu SUZUKI^{a,*}, Tamotsu NAGUMO^c and Jiro TANAKA^a

^a Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-8477 JAPAN;

^b Department of Biology, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo 1-9-20, Fujimi, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8159 JAPAN

* Corresponding author: hsuzuki@kaiyodai.ac.jp

(Accepted on February 24, 2012)

In the present work, we used both light and electron microscopy in the study of the fine structures in marine epipelagic diatom *Mastogloia smithii* Thwaites var. *smithii*. The following morphological features of this taxa are described in detail for the first time. *M. smithii* var. *smithii*, surrounded by capsule-like mucilage, has almost straight external raphe fissures, hooked terminal fissures, uniseriate areolae, partectum without puncta, partectal ducts with external openings closed to each pole, and very narrow third bands with a rigula. The fine structural differences between *M. smithii* var. *smithii* and *M. smithii* var. *lacustris* are the shape of closed pole of partectal ring and presence or absence pseudopartectum.

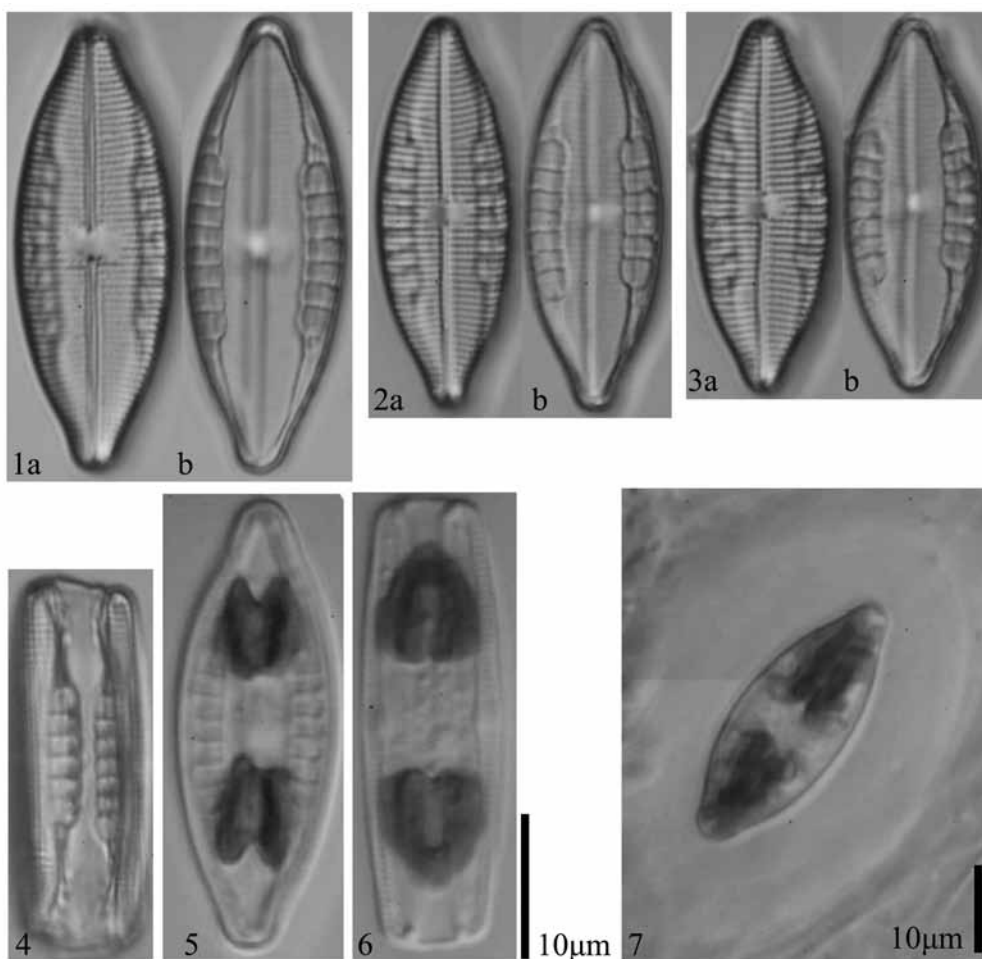
(Continued from J. Jpn. Bot. **87**: 41–50, 2012)

Key words: Marine benthic diatom, *Mastogloia*, *Mastogloia smithii* var. *smithii*, morphology.

本誌 87 巻 1 号 41–50 頁に継続し、海産底生珪藻類の形態学および分類学的研究の一環として、チクビレツケイソウ属 *Mastogloia* について報告する。

Mastogloia は *M. dansei* Thwaites をタイプ種とし (Boyer 1927), Thwaites (in Smith 1856) により新設された羽状類双縦溝珪藻で、チクビレツケイソウ目 *Mastogloiales*, チクビレツケイソウ科 *Mastogloiaceae* に属し (Round et al. 1990),

Binnensee-Formen 節, *Paradoxae* 節, *Inaequales* 節など 11 の節が含まれる (Hustedt 1933). 本属の特徴は、粘液を分泌して基質に付着して生育し、被殻 (frustule) の殻面が披針形、接殻帯片 (valvocopula) が区画 (partectum) と呼ばれる小室を有するという点である (Smith 1856). 300 種以上が記載される大きな分類群で (Van Landingham 1971), その多くは熱帯の海から記載されている (Cleve 1895). 本邦では *M. pumila* (Grunow)



Figs. 1–7. *Mastogloia smithii* var. *smithii*. LM. Figs. 1–3, 5. Valve views. Figs. 4, 6. Girdle views. Figs. 5–7. Living cells. Figs. 4–7. Frustules. Figs. 1–3 a, b. The same cells shown at different focal planes. Fig. 7. Frustule surrounded by capsule-like mucilage structure.

Cleve(Gotoh 1990), *M. elliptica* (Agardh) Cleve (瀨川・長谷川 2005), *M. angulata* Lewis (Nagumo and Hara 1990) など 28 種が報告されている。

これまでに本属の形態学的研究は Stephens and Gibson (1980), Novarino (1990), Hein et al. (1993) など, 多数の報告があるが, 殻の外形, 区画環 (partectal ring) の形態, 粘液物質の形状が非常に多様で, 属全体を包括する研究はこれまでなされていない。また本邦産種の形態学的研究は後藤 (1987) と Gotoh (1990) のみである。

今回, 本邦沿岸から *Mastogloia* と同定される数種を得た。本稿ではその内汽水域から淡水域に生育するという特徴をもつ Binnensee-Formen 節に分類される *M. smithii* Thwaites var. *smithii* の

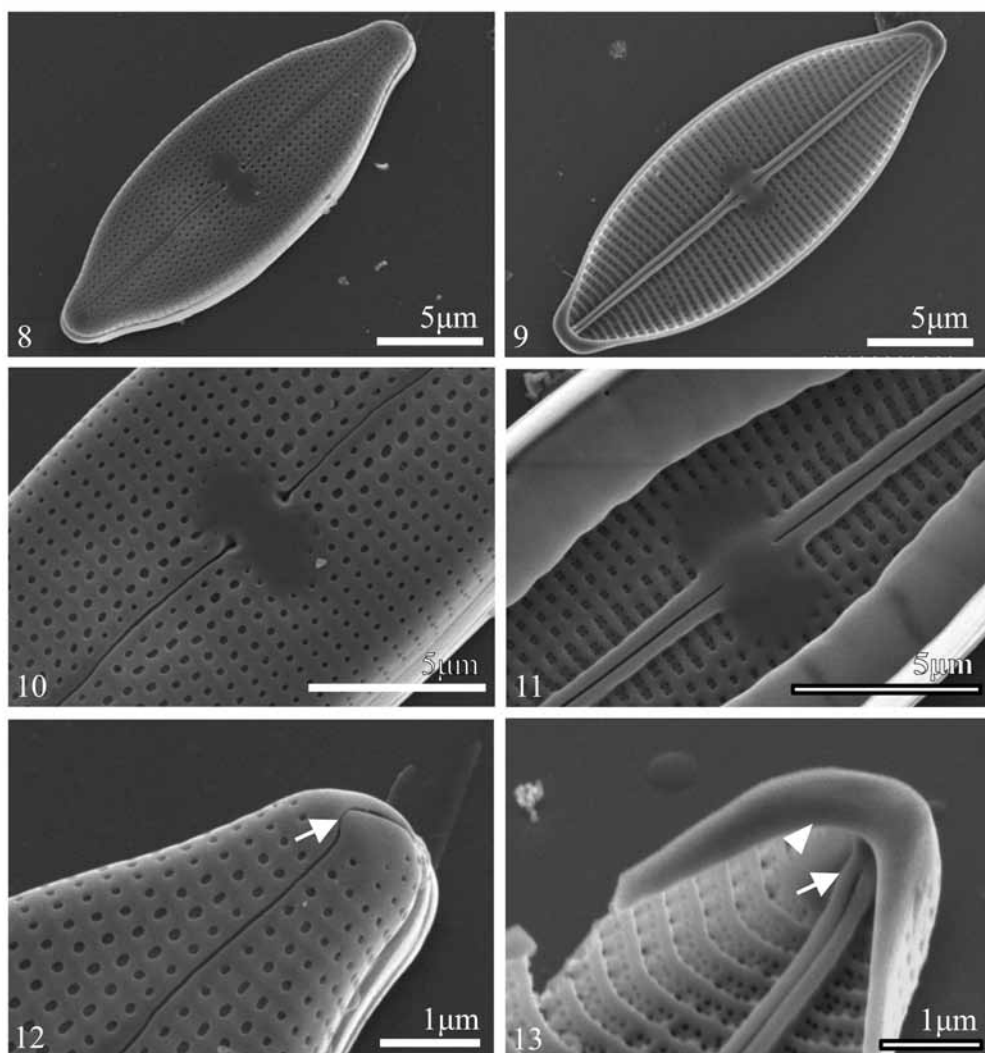
生細胞および被殻の構造, 分泌された粘液物質の形状を観察し, 新知見を得たので報告する。

材料と方法

本研究で用いた試料は, 次の標本から得られた。

標本番号 MTUF-AL-HS-1103: 高知県室戸市行水の池で 2009 年 11 月 12 日採集のラン藻マット (鈴木秀和)。

採集した試料はサンプル瓶に入れて実験室に持ち帰り, 基質ごとポリカーボネート製透明容器に入れ, 塩分 35% の強化海水培地 (PES) を用いて, 温度 20°C, 14:10 時間の明暗周期で継代培養を行った。その一部は 25% グルタルアルデヒド溶液で固定し, 東京海洋大学水産資料館に保管した。



Figs. 8–13. *Mastogloia smithii* var. *smithii*. SEM. Figs. 8, 10, 12. External views of a valve. Figs. 9, 11, 13. Internal views of a valve. Figs. 8, 9. Whole valves. Figs. 10, 11. Central area. Fig. 12. Terminal raphe fissure (arrow). Fig. 13. Helictglossa (arrow) and pseudoseptum (arrowhead).

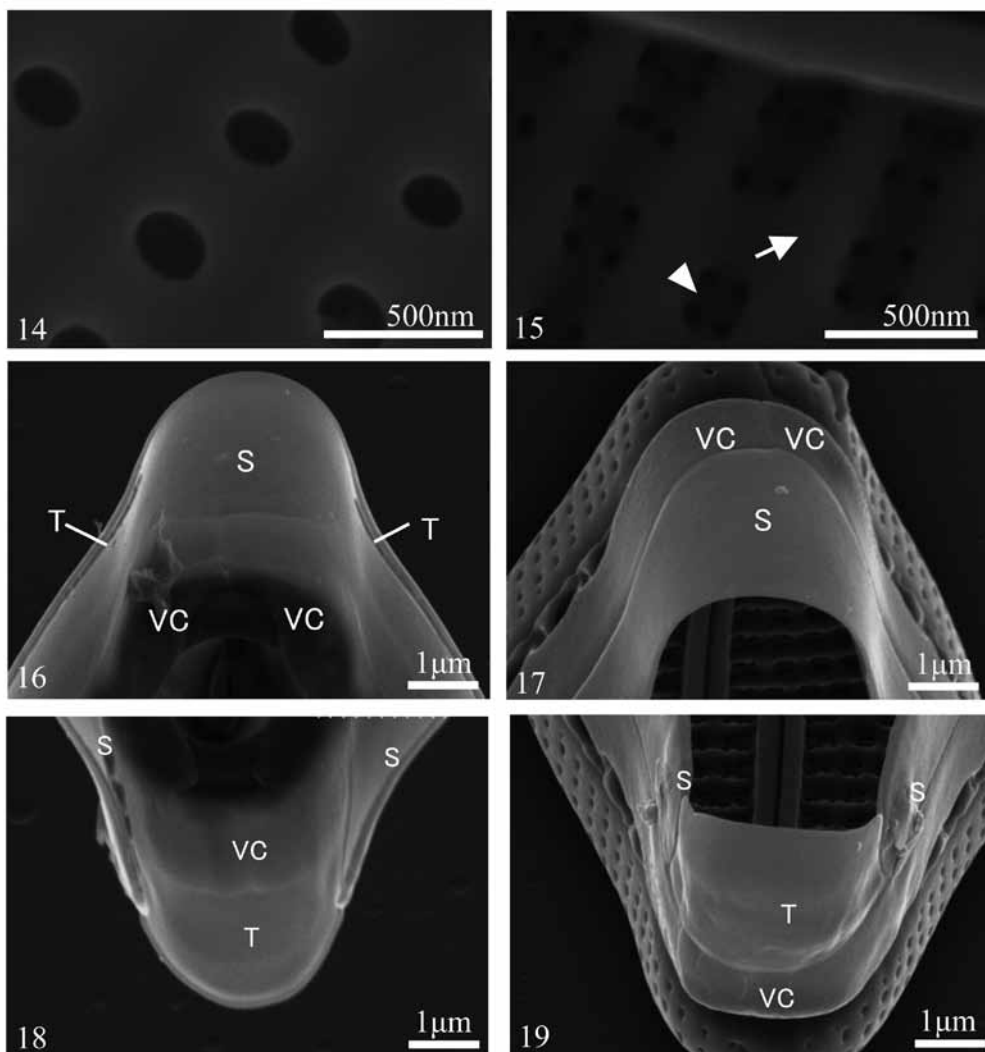
細胞を包む粘液物質の形状、付着の様子や葉緑体の形態は培養試料を用いて光学顕微鏡 (LM) で観察し、被殻形態の観察は、定法 (南雲 1995, 長田・南雲 2001) に従って培養試料を処理した後、LM および走査型電子顕微鏡 (SEM: HITACHI S-4000 と S-5000) で観察した。本稿で用いた珪藻の形態に関する術語は小林ほか (2006) に準拠した。

結果および考察

Mastogloia smithii Thwaites var. *smithii*: W. Smith, Brit. Diat. 2: S. 65, t. 54, fig. 341 (1856).

本種は Thwaites (Smith 1856) により、イギリス南部ドーセット沿岸の汽水域から新種記載された。本種はタイプ産地のほか、イギリス東部ダンバーのタイニンガム沿岸 (Stickle 1986)、本邦では青森県六ヶ所村尾駁沼から報告されている (濁川・長谷川 2005, Fig. 28)。

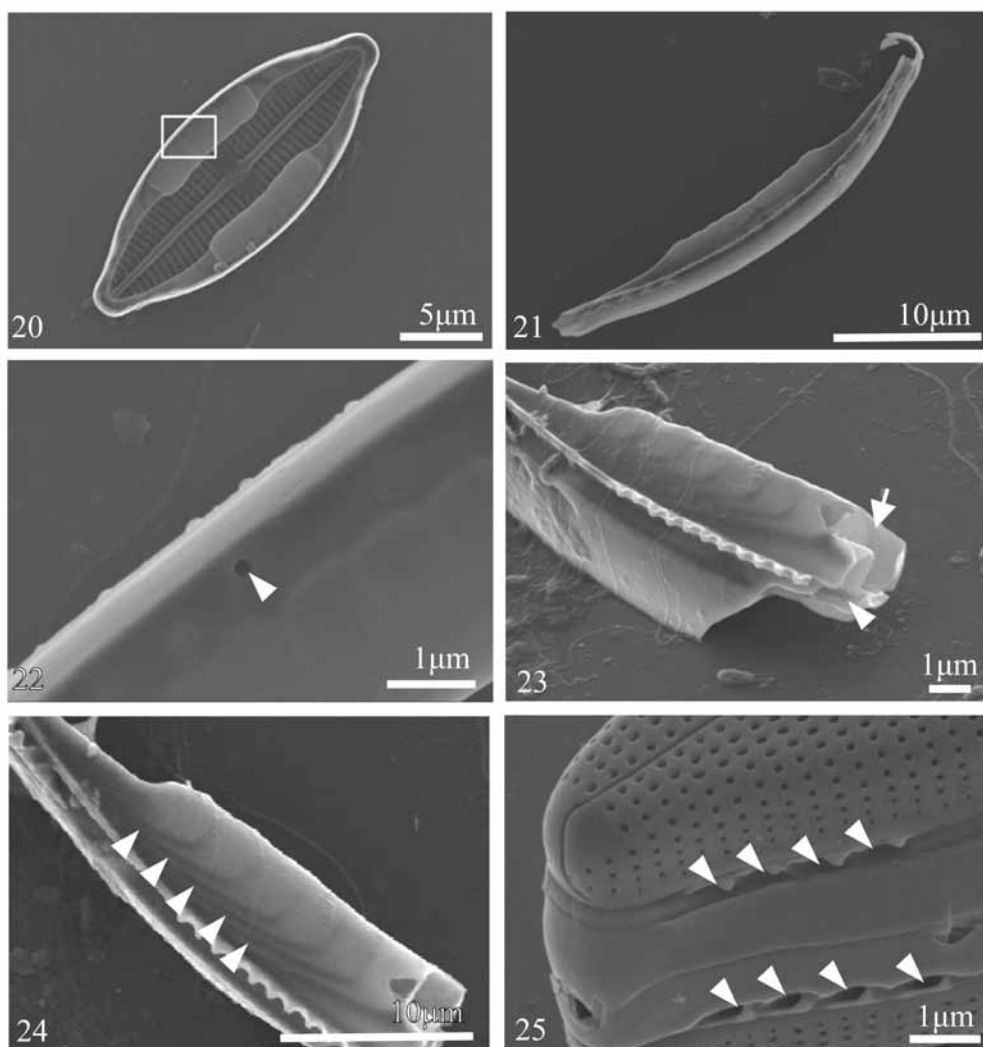
LM 観察：殻面 (valve view) の殻形は披針形



Figs. 14–19. *Mastogloia smithii* var. *smithii*. SEM. Fig. 14. External view of areolae. Fig. 15. Internal view of areolae closed by cribrum (arrowhead) and costae (arrow). Figs. 16–19. Cingulum composed of a valvocopula (VC), the second band (S) and the third band (T). Figs. 16, 18. Internal views of cingulum. Figs. 17, 19. External views of cingulum.

で、殻長 (valve length) は 25–30 μm 、殻幅 (valve width) は 9.5–10 μm 。殻端は嘴状～わずかに頭状。縦溝 (raphe) は直線状、あるいはわずかに波打つ。中心域 (central area) の形は楕円形で小さい。条線 (stria) は 10 μm あたり 20–21 本で、殻面全体で平行に配列。接殻帯片の区画の数は片側に 6–8 個、左右で異なる個体も観察された。区画幅は 1.5–2 μm (Figs. 1–3)。被殻の帯面 (girdle view) は長方形で、両殻面はほぼ平行 (Fig. 4)。葉緑体は 2 個、

殻面観では H 字形、帯面観ではコの字形 (Figs. 5, 6)。原記載 (Smith 1856) では殻長 20–65 μm 、殻幅 8–16 μm 、条線は 10 μm あたり 18–20 本、区画の数は片側に 6–24 個であった。本試料はこの数値の範囲内であり、殻面の外形、条線配列、中心域の形状も原記載とよく一致することから、本試料を *M. smithii* と同定した。Grunow (Van Heurck 1880–1885) は、殻形が細長いものを *M. smithii* var. *lacusris* Grunow、殻端が頭状になる



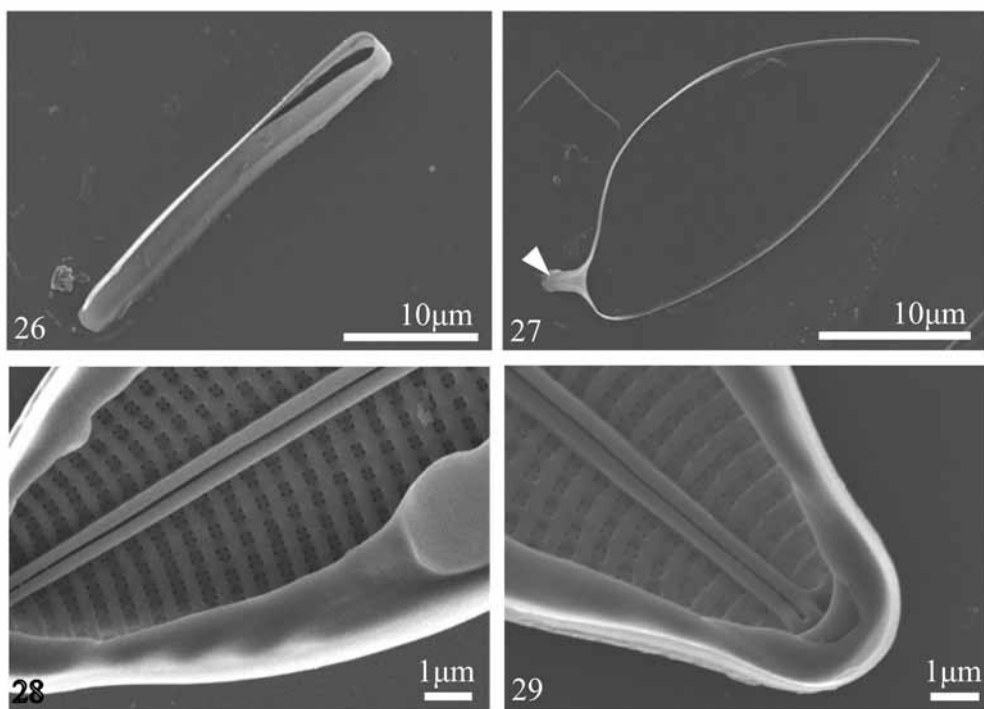
Figs. 20–25. *Mastogloia smithii* var. *smithii*. SEM. Fig. 20. Internal view of a valve with valvocopula (= partectal ring). Fig. 21. Half of a valvocopula with partectum. Fig. 22. Pore (arrowhead) on the partectum. Enlarged view of the parts marked with a flame in Fig. 20. Fig. 23. Partectum (arrow) and partectal duct (arrowhead). Fig. 24. Partectal ducts (arrowheads) run toward the valve apex. Fig. 25. External openings of the partectal ducts (arrowheads).

ものを *M. smithii* var. *amphisephala* Grunow として変種記載したが、本試料は *M. smithii* var. *lacustris* に比べて殻幅が広く、*M. smithii* var. *amphisephala* のように殻端が頭状にならないため、基本変種の *M. smithii* var. *smithii* とした。

本試料中から、一方の殻端が長軸方向に伸びて、短軸方向に非対称になる異極性の被殻をもつ個体が多数観察された。同様の異極性は *M. pumila* (Grunow) Cleve においても観察されてい

る (Gotoh 1990) が、本種では初の報告である。採集時の試料中では、細胞の周りの粘液物質は観察されず、すべての個体が滑走運動していたが、継代培養の結果、カプセル状の粘液物質で包まれた細胞が観察された (Fig. 7)。

SEM 観察：殻面は凹凸が無く平面。殻肩 (valve shoulder) は明瞭で、殻套 (valve mantle) は狭い。縦溝の外裂溝は直線状～わずかに波打つ (Fig. 8)。中心末端は湾曲せず中心孔 (central



Figs. 26–29. *Mastogloia smithii* var. *smithii*. Fig. 26. Second band. Fig. 27. Third band with ligula (arrowhead). Fig. 28. The end of the partectum. Fig. 29. Closed side of valvocopura (= partectal ring).

pore) を形成し (Fig. 10), 極末端は極裂 (terminal fissure) をなし (Fig. 12), 両極とも同一方向に湾曲する。内裂溝は直線状 (Fig. 9)。中心末端は湾曲せず直線状で終わる (Fig. 11)。極末端は蝸牛舌 (helictoglossa) を形成する (Fig. 13)。条線は1列の円形の胞紋 (areola) からなる (Fig. 14)。各胞紋は数個の小孔をもつ多孔篩板 (cribrum) により、内側から閉塞される (Fig. 15)。間条線 (interstria) の内壁はあまり肥厚せず、明瞭な肋 (costa) として発達しない (Fig. 15)。殻の極域の内面では、殻縁が内部に張り出し、偽隔壁 (pseudoseptum) を形成する (Fig. 13)。半殻帯 (cingulum) は3枚の帯片からなり、すべて片端開放型で、両極において開放端と閉鎖端が交互に配置する (Figs. 16–19)。これらの帯片は微細構造を基に次の3タイプに区別できた。

タイプ1：接殻帯片。区画をもち、区画表面には小孔がない (Fig. 21) が、区画の付け根の部分に数個の小孔をもつ (Fig. 22)。区画導管 (partectal duct) (Fig. 23) は極域まで伸びて外部に開口する (Fig. 24)。開口数は区画数と同数である (Fig.

25)。

タイプ2：第2帯片。区画や胞紋など特別な微細構造がなく、表面も平滑 (Fig. 26)。

タイプ3：第3帯片。第2帯片と同様、特別な構造はない。第2帯片の開放端を裏打ちする小舌 (ligula) の部分は第2帯片と同様の幅があるが、その他の部分は非常に細い (Fig. 27)。

Novarino (1990) は、ローマ大学の Cesati Herbarium に所蔵された Rabenhorst collection “Algen Sachs. resp. Mitteleuropa’s” (Sample no. 966) から得た *Mastogloia* を LM および SEM 観察し、*M. smithii* と同定している。この記載内容 (殻長 28–41 µm, 殻幅 7.5–10 µm, 条線密度は 10 µm あたり 15–20 本、殻端は広い嘴状) から判断すると、これは基本変種の *M. smithii* var. *smithii* ではなく、*M. smithii* var. *lacustris* と同定される。本試料の SEM 観察結果と比較して、次の2点の殻構造の相違が明らかになった。(i) *M. smithii* var. *lacustris* は区画環の区画と殻端の間に、細胞内に張り出す偽区画 (pseudo-partectum) とよばれる構造をもつ (Novarino 1990, Fig. 21) が、*M.*

smithii var. *smithii* はもたない (Fig. 28). (ii) *M. smithii* var. *lacustris* は区画環の閉鎖端の偽隔壁に接続する部分の形状がしずく形になる (Novarino 1990, Fig. 11) が, *M. smithii* var. *smithii* は, U 字形である (Fig. 29).

本研究の一部は文部科学省特別経費「大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実・海洋生物多様性に関する高精度モニタリングと影響評価」と農林水産省プロジェクト研究「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和及び適応技術の開発」の助成を受けたものである。記して感謝の意を表する。

摘要

海産底生珪藻 *Mastogloia smithii* Thwaites var. *smithii* の殻微細構造を光学および電子顕微鏡を用いて観察し, 新たに以下の形態学的特徴が明らかになった。細胞はカプセル状の粘液で包まれる。縦溝の外裂溝はほぼ直線状で, 極裂は鉤状に湾曲する。胞紋は単列。接殻帯片の区画表面に小孔はなく, 区画導管は極域まで伸びて外部に開口する。第3帯片は小舌を有し, 非常に細い。*M. smithii* var. *smithii* と *M. smithii* var. *lacustris* は, 区画環の閉鎖端の形状と偽区画の有無で明確に区別される。

引用文献

- Boyer C. S. 1927. Synopsis of North American *Diatomaceae*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia **79**: 229–583.
Cleve P. T. 1895. Synopsis of the naviculoid diatoms. Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handl. **27**: 1–219.
後藤敏一 1987. *Mastogloia exigua* Lewis : 3 産地の試料の比較. Diatom **3**: 99–108.
Gotoh T. 1990. Diatoms of brackish water, Lake Shinji and Lake Nakaumi. Acta Phytotax. Geobot. **41**: 143–154.

- Hein M. K., Winsborough B. M., Davis J. S. and Golubic S. 1993. Extracellular structures produced by marine species of *Mastogloia*. Diatom Res. **8**: 73–88.
Hustedt F. 1933. Die Kieselalgen. In: Rabenhorst L. (ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Bd. 7, T. 2. 845 pp. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig.
小林 弘, 出井雅彦, 真山茂樹, 南雲 保, 長田敬五 2006. 小林弘珪藻図鑑第1巻. 531 pp. 内田老鶴圃, 東京.
Nagumo T. and Hara Y. 1990. Species composition and vertical distribution of diatoms occurring in a Japanese mangrove forest. Jpn. Soc. Phycol. **38**: 333–343.
南雲 保 1995. 簡単に安全な珪藻被殻の洗浄法. Diatom **10**: 88.
濁川明男, 長谷川康雄 2005 青森県尾駸沼の珪藻群集. Diatom **21**: 107–118.
Novarino G. 1990. Observations on the frustule architecture of *Mastogloia smithii*, with particular reference to the valvocopulae and its integration with the valve. Diatom Res. **5**: 373–385.
長田敬五, 南雲 保 2001. 珪藻研究入門. 日本歯科大学紀要 (一般教育系) **30**: 131–141.
Round F. E., Crawford R. M. and Mann D. G. 1990. The Diatoms. 747 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
Smith W. 1856. A Synopsis of the British diatomaceae. Vol. 2. 107 pp. John van Voorst, London.
Stephens F. C. and Gibson R. A. 1980. Ultrastructure studies on some *Mastogloia* species of the group *inaequales* (Bacillariophyceae). J. Phycol. **16**: 354–363.
Stickle A. J. 1986 *Mastogloia smithii* has a method of sexual reproduction hitherto unknown in raphid diatoms. Diatom Res. **1**: 271–282.
Van Heurck H. 1880–1885. Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. 235 pp., 132 pls., 3 pls. Ducaju et Cie, Anvers.
Van Landingham S. L. 1971. Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. Part. IV. *Flagilaria* through *Naunema*. pp. 1757–2385 J. Cramer, Lehre.